All'Amico Arturo Farinelli
per affettuoso ricambio
Opuscolo FA-603

ANNIBALE PASTORE

La logica della ricerca scientifica

RELAZIONE AL X CONGRESSO NAZIONALE DI FILOSOFIA

ESTRATTO DA « L'ARCHIVIO DI FILOSOFIA », FASC. IV-V, PP. 291-321
LUGLIO-OTTOBRE 1935 — ANNO XIII

Opuscolo FA-603

La logica della ricerca scientifica

RELAZIONE AL X CONGRESSO NAZIONALE DI FILOSOFIA

156204

PRELIMINARI

1. — *Proposito e disegno. L'organizzazione logica della ricerca scientifica.*

Il compito più urgente della filosofia teoretica, per quanto concerne il problema della scienza in senso stretto, è l'organizzazione logica della ricerca scientifica.

Per desiderio di brevità, presumendo noti i più importanti indirizzi della logica odierna e note pure le assisi della logica tradizionale e delle varie illustri tappe che sono consegnate nella storia della logica delle scienze, affronteremo subito questo problema, avendo cura in primo luogo di riassumere i lineamenti della logica pura quali risultano dai più recenti e secondo noi più plausibili sviluppi; quindi partitamente ne indagheremo l'applicazione nelle scienze esatte cioè nella matematica e nella fisica; chiuderemo il rapido quadro con un cenno sulla logica sperimentale, argomento novissimo che forse desterà qualche sorpresa.

Con questo disegno, in tutta libertà teoretica ma non senza trepidazione, offriamo i risultati di nuovi studj al giudizio di questo *X Congresso Nazionale di Filosofia*, ringraziando vivamente la Presidenza che ci ha fatto l'insigne onore di affidarci questa Relazione.

Premettiamo due cenni per l'impostazione teoretica del problema.

2. — *Bisogno di nuova mentalità.*

Gli slanci prodigiosi delle invenzioni scientifiche di questi ultimi decenni nei campi della matematica e della fisica teorica e sperimentale avevano a tutta prima allontanato i più dei filosofi dalle scienze. Lo sviluppo del sapere scientifico invero affacciava problemi inderogabili per la filosofia, cioè i problemi dell'epistemologia. I filosofi senza la preparazione scientifica come potevano pronunciarsi? Quindi, davanti alla questione della logica nelle scienze, si manifestò in un primo tempo una carenza di filosofia

BIBLIOTECA DELLE FACOLTÀ DI LETTERE E FILOSOFIA TORINO

che era carenza di logica. Rifarsi al glorioso movimento di revisione dei principj e dei metodi delle scienze qual proruppe nella seconda metà del secolo XIX dalle più progredite analisi dell'epistemologia (lontano frutto della gnoseologia kantiana) non era più sufficiente. Già sono invecchiati gli stessi indirizzi di parecchi epistemologi eminenti come Poincaré, Hilbert e Meyerson, che fecero epoca fino a ieri, senza escludere i più forti rappresentanti della logistica. Sterile sarebbe il ricorso alla logica sia positivistica, sia dialettica per gravi ragioni che ora non entra nel nostro compito esaminare.

A risultati scientifici nuovi occorrono nuove teorie. A teorie nuove occorrono nuove mentalità.

Chiariamo pertanto con che criterio filosofico qui si affronti il tema dell'organamento logico delle scienze.

3. — *La filosofia come pensiero puro dell'universale relatività. Problemi derivanti. Concetto della logica come teoria della scienza (senso stretto). Suo compito critico. Sua autonomia.*

Noi pensiamo la filosofia come il pensiero puro della universale relatività, intendendo per pensiero puro non il solo pensiero ad eccezione di qualcosa d'altro, cioè il pensiero astratto come forma conoscitiva vuota a cui manchi per esempio l'intuizione alla maniera di Kant, o il pensiero scambiato colla mera soggettività del conoscere, ma il pensiero giunto alla sua massima purezza, cioè il pensiero del pensiero. I due problemi della verità e del valore polarizzano l'immenso orizzonte filosofico. Teoretico l'uno, pratico l'altro. Ma solo nella loro unità si afferma il compito del pensiero puro.

I problemi della verità, distinguendosi secondo i gradi del conoscere (esperienza, scienza, filosofia), sono elaborati dalla logica, disciplina eminentemente filosofica che da un lato teorizzando la molteplicità dei gradi inferiore e medio è empiriologia ed epistemologia, dall'altro teorizzando la suprema unità è gnoseologia e metafisica (1). Così il rapporto funzionale della logica colle scienze e colla filosofia resta evidente. In questa ricerca noi consideriamo la logica solo come teoria della scienza in senso stretto, quale studio della forma attiva del sapere scientifico e delle condizioni della sua ricerca, della sua prova e del suo legittimo uso, francamente ammettendo il senso e il valore teoretico delle scienze (2).

Come filosofia la logica naturalmente è anche critica della conoscenza, e in questo senso ci insegna a dubitare, reclamando tutta la sua autonomia.

---

(1) La questione dei rapporti della Logica colla Gnoseologia e colla Metafisica (la Logica della ricerca filosofica) eccede i limiti della presente ricerca.

(2) Circa le definizioni della scienza e della verità cfr. PASTORE, *Il problema della causalità*. Torino, Bocca, 1925, II, Sez. I. *Il solipsismo*, Cap. V, VI. Torino, Bocca, 1923.

La reclama a buon diritto perchè la logica elabora il materiale scientifico fuori del terreno particolare delle scienze; quindi ha un dominio suo proprio che non si identifica con alcuna scienza particolare a cui non intende mai di sostituirsi. Questo criterio nettamente filosofico sembra abbastanza largo e armonioso perchè mantiene alla logica come disciplina filosofica il suo pieno diritto; non attribuisce carattere filosofico alle scienze, non carattere scientifico alla filosofia (3).

Sorge un problema. Una logica così concepita non è destinata a rimanere passiva contemplazione del processo scientifico? Metteremo in chiaro che essa all'opposto organizza e feconda. E siamo qui per questo, animati dalla speranza che i rapidi prolegomeni di logica pura che ora delineeremo non saranno impotenti a giustificare la nostra convinzione.

---

(3) Per questo rispetto la logica, come studio di ciò che si può legittimamente supporre che sia possibile nella scienza, suggerisce nuove possibilità, mantiene vivo il senso delle meraviglie amplificatrici del conoscere e liberatrici dalla tirannide dell'abitudine, secondo l'alto concetto di Bertrando Russell. La sicurezza dogmatica del dimostrato e del dimostrabile è talora antispeculativa, perchè induce a credere che non si possa andare oltre alle risposte definitive e chiude così la porta alle invenzioni. Invece la logica come critica spinge sempre più avanti « oltre il velo delle nostre deformazioni soggettive » e invece di paralizzare il senso misterioso della vita, lo aumenta e lo vivifica. Questa singolare larghezza di vedute, ammirabile nella teoria russelliana, ha il vantaggio di associarsi ad una singolare potenza d'azione. Noi ne approfittiamo, riconoscendo che la vera dignità del pensiero consiste nella capacità di attuare il massimo potenziamento della relatività universale, senza avventurarci nella tesi russelliana degli universali. Si veda inoltre § 17, *n.*

Parte I.

LINEAMENTI DI LOGICA PURA

4. — *Riconoscimenti critici direttivi.*

Per assodare l'attitudine che la mente nostra deve assumere di fronte ai principj usuali della logica non saranno inutili alcune considerazioni preparatorie.

Un'attenta critica dimostra in primo luogo l'impossibilità di conservare l'orientamento aristotelico tutto rivolto alla riduzione del lavoro logico all'analisi, conforme al criterio degli *Analitici*. Tale orientamento infatti è ligio al principio d'identità non distintiva che, valendo in rapporto alla permanenza dell'ente, ammette l'inerzia del sostrato, ne postula l'invarianza assoluta e si identifica col principio di eguaglianza e di tautologia. In base a queste angustie la logica si chiuse nei limiti della sillogistica. La forma logica si identificò arbitrariamente colla relazione analitica; e la logica formale si cristallizzò in questo senso.

Per contro, l'indirizzo fondamentale che ispira e domina le dottrine di rinnovamento logico in tutte le forme ai giorni nostri si può enucleare come nettamente relativistico. E tale è anche il fondamento della nostra ricerca, da molti anni essendosi fatta strada dentro di noi la consapevolezza che il processo logico messo in giuoco in ogni lavoro scientifico sia assai più complesso di quanto si ritiene dai sostenitori esclusivi dell'analisi.

Il nostro interesse predominante si porta sopra tre principj non aristotelici: la relatività essenziale d'ogni ente logico, la variazione relativa e il potenziamento reciproco degli enti, come vedremo tra poco (4). Ma il nostro atteggiamento e il nostro sforzo contro la risoluzione della logica nell'analisi sono dettati anche da un altro non meno profondo motivo.

Esiste invero un punto per cui l'operazione analitica quale che sia cessa di valere per effetto di condizioni logiche inerenti al sistema delle nozioni e proposizioni primitive che la logica tradizionale ha trascurate. Sono queste le condizioni costituenti l'operazione sintetica dell'intuizione

---

(4)P. Mosso, *Principi di logica del potenziamento*. Torino, Bocca, 1923.

logica atta a cogliere sia la relazione degli enti nei processi elementari, sia la forma del discorso nelle formazioni più complesse (5).

L'intuizione logica è operazione eminentemente produttiva, costruttiva, inventiva affatto indipendente dall'analisi descrittiva, deduttiva e inesplicabile con questa, come è diversa dalla intuizione empirica e irriducibile alla visione immaginativa.

L'importanza pratica di tal modo di comprendere il processo logico consiste nel riconoscere la necessità di determinare esplicitamente, oltre all'insieme degli elementi del discorso d'un sistema qualunque, che noi per brevità diciamo D, anche la forma della sua intuizione logica, o del suo universo che per brevità diciamo U, cioè la condizione analitica D oltre alla condizione sintetica U (6). Circa le due operazioni fondamentali della logica pura si vede dunque assai bene ciò che esclude, ciò che include, ciò che conclude la nuova dottrina.

Esclude la sufficienza della sola analisi o della sola sintesi. La veduta analitica non è sufficiente, non è sufficiente la veduta sintetica. Lo sviluppo deduttivo non è che una parte del processo logico. Non basta dedurre, bisogna intuire, ma intuire logicamente. Del pari non basta intuire logicamente, bisogna dedurre.

Include la necessità delle due funzioni D e U.

Conclude che sono necessarie e sufficienti.

Così l'orizzonte della teoria logica dei sistemi si rischiara.

Resta in secondo luogo impossibile conservare l'orientamento dell'epistemologia contemporanea che prende come punto di partenza i sistemi primitivi nella loro assiomatica prelogicità, quali rimangono ultimo residuo indefinibile e indimostrabile delle riduzioni analitiche. Nei riguardi della logica pura queste esigenze conducono a riconoscere che la logica com-

---

(5) Ad esprimere questo nuovo senso della forma logica è ovvio che il principio della vecchia logica formale è insufficiente, perchè secondo noi la forma del discorso cioè l'universo è la relazione sintetica dell'intuizione logica, invece la forma della logica formale è la relazione analitica che affetta la deduzione. Sarà possibile che la logica formale, arricchendosi del nuovo concetto, entri in una fase nuova? In ogni caso lo stesso procedimento che le darebbe vita nuova seppellirebbe il vecchio pregiudizio esclusivamente analitico. Ma sotto la pressione della nuova critica una ricerca sarebbe importante: scoprire la funzione sintetica degli *Analitici* di Aristotele. Il discorso e l'universo non possono separarsi assolutamente. Credete alla logica d'Aristotele? Rinunciate all'idea che essa sia solo analitica. Ciò è palmare. Ma afferrate lo stesso sillogismo, lo strumento della universale analisi, avvisate l'operazione che coglie le relazioni dei tre termini: resta di sottometterla all'impero della intuizione logica. Un'inchiesta di questo tipo avrebbe una portata generale storico-critica di prim'ordine.

Sulla nozione di forma logica e circa il valore della sua relatività più vasta di quella delle scienze e avuto riguardo solo alla questione degli universali astratti si potrebbe dire che l'astrazione della forma scientifica in senso stretto sta all'astrazione della forma logica come l'*abstractio totalis* sta all'*abstractio formalis* di S. Tomaso a meno della costante metafisica.

(6) Pastore, *Sul D. U. Ricerche logiche con applicazione al problema fondamentale della fisica teorica*, «Archivio di Filosofia,» Gennaio-Marzo. Roma. 1933.

prende due dominj nettamente distinti: uno generale presistematico, l'altro speciale sistematico complanare al campo delle scienze. Di qui varie conseguenze importanti che saranno messe in luce fra poco, e insieme compongono un nuovo capitolo dell'epistemologia cioè la logica dei sistemi primitivi.

Sopratutto emerge un nuovo concetto di relazione come forma d'attività che esprime un'effettiva dilatazione dello spirito logico oltre i quadri rigidi del concettualismo assolutistico a sostrato permanente, oltre i processi dell'analisi sillogistica. La dottrina che ora in modo sommario esporremo è il prodotto di questi riconoscimenti che, per quanto ancora in via di formazione, assumono già un aspetto che li distingue nettamente da tutti gli altri. Invece di arrestarsi alle forme esteriori, sembra a noi che essa meglio d'ogni altra ci faccia penetrare nella costituzione intima del processo logico.

5. — *Operazioni logiche fondamentali per la formazione e trasformazione dei sistemi primitivi e derivati. Coincidenza della continuità logica in generale colla numerabilità logica.*

Secondo il nostro modo di vedere, la logica è un lavoro di relatività sopra un continuo di enti relativi e di relazioni varie che reciprocamente si oppongono e si compongono, potenziandosi in complicazioni crescenti (7).

La continuità logica in quanto costituisce una classe di enti relativi è ovviamente relativa alla condizione che definisce la classe.

E il lavoro di relatività che si attua dà origine a formazioni e trasformazioni di sistemi concettuali primitivi e derivati le cui condizioni è ormai possibile determinare in due punti.

1° punto. — La formazione di un sistema primitivo risponde alle due condizioni di necessità e sufficienza, e si effettua con due operazioni corrispondenti, cioè:

a) con un'operazione analitica per cui si pongono gli enti irriducibili, ad uno ad uno necessari al funzionamento deduttivo del sistema;

b) con un'operazione sintetica per cui si compongono gli enti coesistenti tutti insieme sufficienti all'intuizione comprensiva dell'unità.

---

(7) Può interessare uno schiarimento sulla differenza tra ente e relazione, e sulla relatività dell'ente.

Sia un sistema di n enti $a, b, c, \ldots n$. Ogni ente è un insieme di relazioni $ab, ac, \ldots an$. L'ente a non può identificarsi con una qualunque di queste relazioni. Quindi il divario tra ente e relazione dipende dal fatto che, essendovi n relazioni possibili e indipendenti in cui compare un ente a di un sistema di n enti, questo ente a non può identificarsi con una qualunque di queste n relazioni.

D'altra parte, dell'ente a non si sa nulla di più di quanto dicono le n relazioni. E quindi l'ente è relativo.

« In questa definizione delle condizioni che rendono possibile ogni sistema è ovviamente implicita l'idea di numero, in quanto in ogni sistema (a ragione inteso come molteplicità in unità) si ha sempre nei casi concreti un certo numero di idee primitive che determina un continuo. La LdP è appunto fondata sul principio che il numero delle idee primitive determini tutte le proprietà dei sistemi e quindi sia l'espressione più semplice della forma o universo a cui corrisponde un discorso o sviluppo analitico ».

Donde si vede che la continuità logica in generale coincide colla numerabilità logica.

Tralasciamo di elencare partitamente le operazioni logiche che si compiono per lo sviluppo del calcolo combinatorio degli enti e delle relazioni dei sistemi, rimandando alle trattazioni apposite (8).

È piuttosto il caso di notare che le due operazioni riferite hanno evidentemente il significato di opposizione tra la deduzione (analitica) discorsiva che diciamo per brevità D e l'intuizione (sintetica) formale dell'universo che diciamo U. L' opposizione ordinariamente comincia a notarsi quando, esaurito o meno il calcolo combinatorio degli enti del discorso, che è calcolo analitico, la mente prende atto di nuovi enti e di nuovi rapporti non sottoposti al medesimo universo.

Come procede allora la ricerca logica, cioè come avviene il passaggio dal sistema primitivo al derivato?

2° punto. — La trasformazione è ovviamente dovuta a successivi cambiamenti di deduzione (analitica) e di intuizione (sintetica), risolvendosi ogni processo logico nel passaggio da un D . U determinato da un certo numero di enti ed un altro D . U determinato da un numero diverso. Propriamente il nuovo D . U è la creazione di un nuovo concetto in cui l'opposizione del precedente dissidio si compone.

In tal modo si effettua il progresso logico d'ogni ricerca.

6. — *Sviluppo logico per potenziamento. Invarianza del rapporto tra le condizioni analitiche e sintetiche.*

Adesso siamo in grado di comprendere in che senso diciamo che fondamento della logica è la relatività e come questa sia riscontrabile in ogni forma del pensare, dalle più elementari alle più complesse. E siamo anche in grado di dare un'espressione esatta dello sviluppo logico delle forme.

Avvertendo che la potenza dell'ente logico varia col variare del numero degli enti logici coi quali è in relazione, precisiamo che lo sviluppo avviene per potenziamento, intendendo per *potenziamento* appunto quel potere di relatività che lega ogni termine del discorso agli altri enti del suo universo,

---

(8) Pastore, *Sul fondamento logica della matematica*, § 3, Comun. al IX Congr. Naz. di Filosofia, 1934. Padova.

in ragione del numero degli enti (9). Speciali considerazioni permettono di stabilire come si passa da un discorso di n termini ad uno di $n + 1$, in che si risolve il principio del potenziamento.

Infine un'ultima proprietà vuole essere particolarmente considerata. C'è una condizione logica del passaggio da sistema a sistema che rimane invariata traverso tutti gli sviluppi; è la proporzionalità logica tra le condizioni analitiche del discorso e le condizioni sintetiche dell'universo

$$\frac{D}{U} = \frac{D^1}{U^1} = cost. \quad (10).$$

Questa condizione d'invarianza logica esprime la condizione generale di trasformabilità cioè la legge di formazione e trasformazione dei sistemi e in pari tempo disvela l'equazione logica di ogni forma scientifica del pensare (11).

7. — *Conclusione.*

Premessi questi princpj che portano sì duro colpo all'architettura tradizionale della logica, possiamo ora indagare la logica della ricerca scientifica. Non abbiamo che da studiare i processi fondamentali di formazione della conoscenza matematica e fisica e vedere in che rapporto stiano con le indicate esigenze.

Se, correttamente filosofando, cioè cogliendo l'unità del tutto, riusciremo a scorgere nel processo della scienza il processo anzidetto del pensare non solo nel carattere generale della sua relatività, ma in quello essenziale del potenziamento, potremo dire di aver fatto fare un certo passo alla soluzione del nostro importante problema (12).

---

(9) Mosso, *Principi di logica del potenziamento.* — Pastore, *Sulla natura extralogica delle leggi di tautologia etc.* Atti IV Congresso internazionale dei Matematici. Roma, 1908. Vol. III. Sez. IV. — Id., *Crisi della logica*, § 21.

(10) Pastore, *Verso un nuovo Relativismo*, « Archivio di Filosofia », Roma, Settembre 1932.

(11) Pastore, *Introduzione alla teoria delle equazioni logiche.* Memoria. R. Accademia delle Scienze di Bologna, III, VIII, 1933-34.

«L'espressione analitica di una condizione relativa a D. U è una equazione logica» § 7.

(12) Diventa utile ancora un avvertimento preliminare. È ovvio che per comprendere e verificare il senso logico del progresso delle scienze bisogna cogliere gli elementi formali. Noi vedremo appunto che il progredire delle scienze è dovuto a una successione di cambiamenti di forma (intuizioni) e di sviluppi logici (deduzioni) dei dati di queste intuizioni. Quindi è lampante che il parallelismo tra le trasformazioni analitiche delle formule logiche e le trasformazioni sintetiche delle intuizioni nelle scienze si verifica solo colla LdP e per essa. Vedremo ancora che le scienze hanno realizzato il passaggio da un D. U ad un altro D. U più complesso con salti intuitivi senza rendersi conto che il passaggio era essenzialmente logico, nel senso che a ogni passaggio da un'intuizione ad un'altra corrisponde un passaggio analitico da un D. U ad un altro D. U. Il progresso delle scienze è essenzialmente logico perchè esse hanno fatto uso della logicità delle loro combinazioni sorrette dalle successive intuizioni dell'elemento formale. La dimostrazione di questo processo è stata data in pubblicazioni apposite che non hanno

Parte II

LA LOGICA DELLA RICERCA MATEMATICA

8. — *La continuità di spazio e tempo come costante sistematica della matematica.*

È da tener presente che i varj campi scientifici in generale sono caratterizzati da una speciale costante sistematica.

Ammettiamo che il campo della matematica è limitato dall'idea dei continui di spazio e tempo.

Il continuo dello spazio e quello del tempo sono continui in senso logico, ma il continuo matematico è sempre composto dei due.

Il matematico forma e trasforma questi continui, li elabora e li sviluppa sistematicamente colla sua tecnica, senza preoccuparsi della formazione logica di queste idee che assume come dati di partenza (13).

Interessa al logico stabilire come questi dati si formino.

Secondo la LdP la matematica è il discorso di uno spazio in una forma di tempo, cioè lo sviluppo sistematico dell'idea di uno spazio nell'intuizione di un tempo.

Il continuo che « è la radice d'ogni geometria » (14) è ordinato secondo « l'ordine temporale » (15).

In ciò è la possibilità della sua numerabilità.

9. — *Risoluzione del fondamento logico della matematica nella coppia Geometria-Aritmetica.*

Cerchiamo adesso di delineare il modo generale in cui avviene la costruzione della matematica.

Il nostro interesse sta tutto nell'impiego della costante sistematica, cioè della continuità di spazio e tempo mercè le operazioni fondamentali del pensare. Questo impiego non è famigliare ai più, nè immediatamente ov-

---

a possibilità di essere riferite qui e alle quali rimandiamo gli studiosi per eventuali schiarimenti. Nel volume in corso di stampa *Ricerche logiche sulla Logica del potenziamento* (Ed. Rondinella, Napoli) saranno opportunamente raccolti tutti gli scritti relativi, compresi i *Principi di Logica del potenziamento* di Pietro Mosso che segnano la costituzione organica di tutta la teoria.

(13) Analogamente il matematico lavora sui simboli senza preoccuparsi di quello che significano (per esempio, fisicamente). Anzi i simboli per i matematici non significano nulla al di fuori di quell'insieme di proprietà ideografiche che li fanno simboli matematici.

(14) Enriques, *Problemi della scienza*. Bologna, Zanichelli, 1910, pag. 233.

(15) Id., *ib.*, pag. 233.

vio. Perciò dobbiamo richiamarci brevemente all'idea della continuità logica di cui la continuità matematica è un caso limite (16).

La continuità logica (§ 5) è relativa ad una condizione *K* che definisce la classe. La continuità logica è condizionata dal fatto che tra due enti successivi *immediati* della classe *C* definita dalla condizione *K* non vi è posto per alcun ente che soddisfi alla condizione *K*. In tal senso logicamente è continua la serie dei numeri interi in quanto tra due numeri interi immediatamente successivi non vi è posto per alcun numero intero. Altrettanto dicasi dei numeri razionali, ecc.

In questo senso, ripetiamo, non vi è opposizione tra continuità e numerabilità (17).

Al caso limite, assumendo come termine di riferimento un segmento *ab*, cioè come condizione *K* un continuo geometrico, si ha la definizione della continuità matematica come corrispondenza biunivoca tra i punti del segmento *ab* e gli elementi di un insieme cioè in generale tra un continuo geometrico e un continuo aritmetico.

È quindi evidente che la definizione del continuo logico comprende il continuo matematico ma non viceversa, e cioè che la matematica assume un particolare restrittivo riferimento, rispetto al quale un continuo logico può essere matematicamente discontinuo (18).

Assumendo questa doppia continuità come carattere specifico della matematica, la coppia Geometria-Aritmetica come suscettibile di riferimento biunivoco diventa l'unità logica fondamentale inscindibile della matematica.

Ancora importa comprendere che come è relativo il continuo è pure

---

(16) Pastore, *Sul fondamento logico della matematica*, § 4.

(17) Se questo principio è inattaccabile, la lunga serie di paradossi e di controversie sopra il problema dell'infinito e degli argomenti di Zenone trova una lucida via di spiegazione. Il mancato riconoscimento della *relatività della continuità* ha lasciato includere nel principio della divisibilità all'infinito anche i casi illogici dell'inserzione di una continuità fra i termini di un'altra continuità senza rispetto alla condizione unica che dovrebbe definire la classe risultante, se la due continuità fossero omogenee. Così il sofisma di Zenone riesce evidente. Basta notare che le condizioni definitorie delle due continuità non sono identiche. La risoluzione della continuità dinamica in continuità statica sopprime il movimento che si desidera osservare. Col passaggio della continuità sotto l'idea-madre della relatività, fissa restando la condizione di riferimento K, ogni equivoco è eliminato. Naturalmente si liquida ogni idea di continuità incondizionata cioè senza condizione di riferimento.

(18) In margine a questa veduta per lo studioso meno esperto sarà forse utile un maggiore schiarimento. La continuità matematica è compresa nella definizione della continuità logica, salvo che varia il riferimento, cioè nel caso della continuità matematica è assunto un segmento *ab* (questione non specifica della logica).

Di qui si ricava l'impossibilità d'identificare la Logica colla Matematica. In generale ogni scienza si riduce alla Logica a meno della propria costante sistematica. Ciò che è vero del campo logico è vero anche del campo matematico, ma non viceversa. Con questa riserva, e a patto che la logica non venga confusa colla logica deduttiva, può aver senso la tesi di Russell e Whitehead circa l'identità sostanziale della Logica colla Matematica.

Sulla necessità di non confondere la logicità colla deduttività si veda la Comunicazione di Padova, *Sul fondam. log.* § 7.

relativo il discontinuo. Assunto un riferimento K è continuo ciò che è incluso dal riferimento stesso ed è discontinuo ciò che non è incluso.

Il matematico assumendo come riferimento K un segmento ab definisce un continuo e un discontinuo che non coincidono col continuo e col discontinuo definiti da un altro riferimento K .

Ciò posto, dato che la continuità matematica implica due distinti continui: uno di carattere geometrico e uno di carattere aritmetico, conviene esaminare in quale rapporto logico si trovano queste due implicazioni. Vediamo che questa unità fondamentale emerge dagli stessi principj della Geometria e dell'Aritmetica.

10. — a) *La Geometria e il suo presupposto aritmetico.*

Si ammette (come fu già avvertito al § 8) che il continuo è la radice di ogni Geometria (19).

Si ammette che nella rappresentazione genetica la linea è una serie puntuale ordinata secondo l'ordine temporale (20).

Si ammette che fra le premesse che precedono l'ipotesi delle parallele, cioè nelle premesse di ogni Geometria, entra la possibilità dei movimenti, cioè il principio della congruenza delle figure (21), cioè il tempo (22).

Riassumendo, si ammette che il continuo geometrico presuppone l'ordine temporale, cioè il continuo numerico.

11. — b) *L'Aritmetica e il suo presupposto geometrico.*

Inversamente si ammette che il principio di induzione matematica è una condizione della definizione del sistema dei numeri (23).

Si riconosce che la serie numerica costruita su questo principio esige un presupposto geometrico (24).

Ciò significa:

1° — che il principio di induzione matematica è la serie numerica,

---

(19) ENRIQUES, *op. cit.*, pag. 233.

(20) ID., *op. cit.*, pag. 233.

(21) ENRIQUES, *op. cit.*, pag. 201-202.

(22) Per la riduzione del principio della congruenza della figure al tempo, cfr. ENRIQUES, *op. cit.*, pag. 226, ove dichiara che... « veramente la rappresentazione attuale propria di una superficie come limite di un orizzonte visivo, contiene *una faccia sola* sicchè il concetto delle due facce deriva dal soprapporre immagini sucessive ». Ciò implica l'operazione temporale.

Se noi potessimo avere la rappresentazione attuale propria delle due facce di una superficie, l'operazione temporale (che resterebbe libera) per la sua necessità ci darebbe una conoscenza a una dimensione di più.

(23) ENRIQUES, *op. cit.*, pag. 143.

(24) ID., *op. cit.*, pag. 144.

e la serie numerica è la continuità temporale, cioè il processo matematico da n a $n + 1$ rientra nella continuità logica (25).

2° — che per essere costruita questa continuità temporale presuppone il continuo geometrico.

Riassumendo, si ammette che il continuo aritmetico presuppone l'ordine spaziale, cioè il continuo geometrico.

Se confrontiamo i risultati di queste analisi con altre precedenti (26), dove si è dimostrato mediante l'algoritmo della LdP che la costruzione formale U di qualunque deduzione discorsiva geometrica è una funzione U(t) del tempo, resta senz'altro chiarito che il rapporto logico tra Geometria e Aritmetica è il rapporto D. U, e cioè che la struttura della matematica risponde alle due operazioni fondamentali di qualunque processo logico e che in questo caso alla operazione D (discorsiva analitica) corrisponde il fattore geometrico e alla operazione U (intuitiva sintetica) il fattore aritmetico.

Resta quindi anche chiarita la necessità del loro ricorso reciproco e la loro inscindibilità. Tesi d'interesse estremo che tuttavia è sfuggita finora all'analisi appunto perchè l'attenzione, venendo solo concentrata nell'analisi, perdette di vista la costruzione formale che rende possibile la intuizione della deduzione, che (come già abbiamo avvertito nella Parte prima) è l'ordine sintetico. E a più forte ragione sfuggì il rapporto tra le condizioni analitiche e le condizioni sintetiche che è poi l'unità logica fondamentale della Matematica realizzata dalla coppia Geometria-Aritmetica.

Compendiando le cose esposte, in modo più agevole possiamo dire: si pensa comunemente che nella Matematica la Geometria stia da una parte, l'Aritmetica dall'altra. Ma logicamente parlando sappiamo che ogni continuo matematico è analisi e sintesi, cioè deduzione e intuizione, e che l'analisi è d'ordine spaziale, la sintesi d'ordine temporale.

Da ciò risulta che la Geometria e l'Aritmetica fanno la loro comparsa in Matematica come i due fattori d'un prodotto, l'una fornendole il discorso dell'universo, l'altra l'universo del discorso. E la Matematica le utilizza, sempre entrambe logicamente, per modo che quando si fa dell'Aritmetica si fa dell'Aritmetica geometrica e quando si fa della Geometria si fa della Geometria aritmetica. Val quanto dire che la Matematica deve la

---

(25) Circa la differenza tra il processo matematico da n a $n+1$ e il processo relativistico del potenziamento da n a $n+1$ si noti quanto segue. Il processo di induzione matematica vale per un insieme di elementi in una data forma e dimostra che ciò che vale per l'elemento n vale per l'elemento $n+1$. Invece il potenziamento esprime a quali condizioni una forma (U) definita da n elementi primitivi che formano un discorso (D) o un sistema può dare origine a una forma (U') corrispondente a $n+1$ elementi che formano ancora un discorso o sistema (D').

(26) *Verso un nuovo Relativismo*, § 7.

sua vita alle due operazioni logiche complementari che rispettivamente e logicamente agiscono nei due continui distinti e inseparabili dello spazio e del tempo.

12. — *L'Algebra, la Geometria analitica, la Geometria proiettiva. Geometrie non euclidee.*

L'unità logica D. U, che si trasforma nella coppia elementare Geometria-Aritemetica, si conserva ancora necessariamente nelle matematiche superiori, ove si verifica l'analoga distinzione tra Geometria proiettiva e Algebra, e insieme l'analoga corrispondenza attuata dalla Geometria analitica.

Analogamente, senza entrare qui in minuta indagine, ci limitiamo ad osservare che la Geometria proiettiva e la Geometria elementare differiscono solo per il diverso grado di generalità, e secondo il riferimento una comprende l'altra o viceversa. Non esiste distinzione radicale tra le due forme geometriche, ma subordinazione relativa, ed entrambe in forme diverse impiegano i due fattori che abbiamo chiamato geometrico ed aritmetico.

Potrebbe sembrare che la Geometria proiettiva prescinda dal fattore aritmetico-numerico, in quanto considera proprietà proiettive non metriche. Ma occorre distinguere tra proprietà metriche e proprietà aritmetiche, come risulta dall'analisi stessa del fondamento della Geometria proiettiva. Nella definizione della proiettività (che è completamente distinta dal concetto di misura) tra le forme geometriche della Geometria proiettiva compare il fattore aritmetico come susseguirsi in un dato ordine degli elementi delle forme geometriche stesse (continuità logica). In più nella definizione stessa di proiettività tra forme di prima specie, come proprietà di conservare inalterati i birapporti (definiti *numericamente*), si fa esplicito ricorso ai valori aritmetici. Ancora più evidente è il ricorso al fattore aritmetico nel teorema fondamentale di Staudt che dimostra la sufficienza della conservazione dei rapporti armonici (il cui valore numerico è uguale a — 1) per la proiettività.

La possibilità delle geometrie non euclidee poi esprime la *continuità logica dello sviluppo dei continui geometrici* fondata sul processo da n a $n + 1$ secondo il principio relativistico del potenziamento.

13. — *Il Calcolo infinitesimale. Passaggio da* n *a* n + 1.

L'analisi infinitesimale del continuo si fonda sul concetto di derivata che, come già vedemmo l'anno scorso a Padova, logicamente è un invariante logico nella variazione matematica dei suoi valori.

L'analisi compiuta ci ha permesso di concludere intuitivamente che l'incremento della variabile corrisponde alla variazione dell'ente, l'incremento della funzione alla variazione della relazione che lega gli enti. Questo significa che l'invarianza logica del rapporto incrementale nel passaggio al limite esprime l'invarianza del rapporto logico delle due forme fondamen-

tali del pensare, una corrispondente al discorso (ente), l'altra all'universo (relazione), cioè al rapporto D. U.

Per la distinzione e corrispondenza fra i due ordini del continuo matematico soprastabilita, segue intuitivamente che a tutti i concetti del calcolo infinitesimale corrispondono concetti geometrici, continuando la corrispondenza logica fondamentale dei due continui, uno spaziale, l'altro temporale, senza pregiudizio della loro fondamentale distinzione.

14. — *Conclusione.*

Sulle particolarità delle altre operazioni essendo qui inutile trattenersi, si conchiude:

1. — che la Matematica ha il doppio sviluppo analitico-sintetico nella coppia Geometria-Aritmetica (cioè nell'ordine del continuo di spazio e tempo) per necessità logica;

2° — che i due sviluppi del fattore geometrico e del fattore aritmetico sono solidali, cioè interdipendenti;

3° — che gli sviluppi dell'Algebra, della Geometria analitica, della Geometria proiettiva, del Calcolo infinitesimale e delle Geometrie non euclidee avvengono secondo il principio relativistico del potenziamento da n a $n + 1$.

Con lo stesso intento, con lo stesso metodo, passiamo alla logica della ricerca fisica cercando di penetrare i punti essenziali.

Parte III.

LA LOGICA DELLA RICERCA FISICA

15. — *Oggetto della Fisica. Caratteristica sistematica: la massa ossia la forza* (27).

La Fisica si propone di determinare le leggi della natura.

Qual'è la natura che è oggetto della Fisica?

La Fisica fonda il proprio oggetto sul concetto di massa ossia di forza in un continuo matematico di spazio e tempo.

---

(27) È superfluo ricordare che massa e forza sono concetti interdipendenti e tali che uno può servire a definire l'altro. Si noti che la caratteristica sistematica, come costante logica, deve essere distinta dalle costanti universali proprie della fisica. L'interpretazione logica delle costanti fisiche deve essere distinta dalla individuazione della costante logica sistematica della Fisica.

La Fisica costruisce quindi un mondo di spazio, tempo e massa.

La natura della Fisica è il mondo dello spazio, del tempo e della massa (che diremo per brevità STM).

16. — *Logicità essenziale della ricerca fisica, nel processo di formazione e trasformazione dei sistemi.*

Se la natura che è oggetto della Fisica nasce aggiungendo al mondo matematico dello spazio e del tempo il mondo della massa o della forza, col passaggio da due a tre nozioni fondamentali, poichè le diverse fisiche differiscono solo nel modo col quale sono collegate le tre nozioni, la logicità essenziale del processo fisico risulta evidente. Questo passaggio costituisce l'essenziale del processo del pensiero che abbiamo definito come potenziamento, nel senso che fa dipendere tutte le proprietà e tutte le variazioni di un ente dal numero e dalle proprietà degli enti del discorso.

Precisamente si verifica che il passaggio dalla Matematica alla Fisica avviene col processo di passaggio da n a $n + 1$ enti (nel caso considerato da due a tre). E così appare la relazione organica che collega fra loro le due scienze.

17. — *Suo D costituito da spazio, tempo, massa (STM). Suo U in varie interpretazioni.*

Le tre nozioni fondamentali e irriducibili fisicamente tra loro (assoggettate al calcolo di spazio, tempo e massa) costituiscono il discorso logico della Fisica.

Ai continui spazio, tempo, massa (STM) si aggiunge inoltre una nozione sintetica alla quale si attribuiscono tutte le proprietà che partitamente sono attribuite ad STM e ne costituisce quasi il sostegno (28).

Questa unità di STM è poi interpretata con modelli diversi a seconda delle ipotesi e dei rapporti stabiliti fra STM. Ad esempio è stata interpretata come etere. Sulla natura di questa unità si è discusso e si discuterà sempre. Ma una unità è indispensabile. La sua funzione è necessaria, perchè è la forma logica del discorso, cioè la condizione intuitiva sintetica della condizione discorsiva analitica, cioè l'U del D. Anche quando al limite estremo si giunge a negare l'etere come ente fisico distinto dai continui STM, cioè a identificare l'etere con continuo fisico, le ricerche più accurate convalidano la nostra tesi, mostrando che si attribuiscono al continuo STM le proprietà dell' etere, come, nel seguito di questa Parte III, vedremo (§§ 25, 26).

---

(28) Questo « sostegno » non ha nulla a che fare con quella « sostanza » concepita come sostrato ontologico essenziale assoluto permanente essenzialmente invariante etc.

18. — *Ufficio logico del calcolo delle dimensioni. Nota sul sistema Giorgi.*

Le nozioni fondamentali di STM costituiscono quindi il significato ultimo di ogni ente o relazione della Fisica.

Ma le nozioni particolari della Fisica hanno un contenuto specifico che oltrepassa il sistema fisico. Così le idee di flusso, resistenza, corrente, potenziale, ecc., conservano l'intuizione sensibile che permette di scoprirle empiricamente e di rappresentarle. Queste rappresentazioni come tali sono fisicamente eterogenee tra loro e non si vede nelle relazioni fisiche come i rapporti tra alcune di esse possano equivalere ad un'altra.

L'interpretazione fisica diventa possibile quando si traducono in termini STM cioè nelle nozioni proprie fondamentali della fisica.

Questa è l'origine e il senso del calcolo delle dimensioni la cui importanza è grandissima.

L'interpretazione logica di questo calcolo cioè del sistema delle unità di misura derivate è un problema molto elegante, che meriterebbe una memoria apposita (29).

Ecco alcune osservazioni relativamente nuove a cui ha dato luogo una particolare ricerca.

Il calcolo delle dimensioni in sostanza rende fisicamente interpretabili cioè omogenee tra loro le intuizioni sensibilmente irriducibili delle diverse nozioni della fisica, riducendole ad una intuizione logica comune. Questo risultato non si spiega se non ammettendo che per pervenire ad una nozione nuova e stabilire leggi fra nozioni intuitivamente eterogenee occorre il medio della intuizione logica, cioè occorre la riduzione delle intuizioni sensibili ad una intuizione logica comune. Il problema è questo: dati due enti diversi, trovare un rispetto sotto cui possono essere identici e logicamente sostituibili l'uno all'altro. Determinare l'identico, fare astrazione dal diverso

---

che è l'oggetto della vecchia metafisica. In questa ricerca logica tutta intesa a mettere in evidenza la funzione costitutiva dell'astrazione logica ci facciamo uno scrupolo di non cedere un punto alla realizzazione delle astrazioni.

La preoccupazione del senso entitativo degli enti logici eccede il limite dell'epistemologia.

(29) La questione è, per altro aspetto, stata svolta da Enriques sotto il nome di teoria dell'associazione e dell'astrazione. (*Problemi della scienza*, pag. 34, 54-56, 73, 88, 329). Collima assai coll'operazione che si compie nel cosidetto spostamento categoriale (*kategoriale Verschiebung*). La LdP ci permette di rendere conto facilmente di questa operazione. Sappiamo che è possibile confrontare fra loro solo concetti sottoposti al medesimo universo. Fra due concetti pertinenti a diversi campi del pensabile cioè non omogenei e quindi non direttamente confrontabili, si avrà al più una sussunzione, non una vera subordinazione. Diremo dunque che per operare con due concetti di diverso U bisognerà introdurre un nuovo U che comprenda i due campi diversi del pensabile. Allora gli U di prima diverranno categorie soggette ad uno stesso U, che però sarà un nuovo U e il confronto sarà possibile.

significa trovare un'unità comune di misura e in altri termini trasformare le operazioni D in operazioni U, il che permette di interpretare nel loro significato fisico i termini nuovi.

La LdP offre dunque una lucida visione dell'ufficio che il calcolo delle dimensioni, che in sostanza è un calcolo logico, è chiamato a esercitare nella Fisica per rispetto alla ricerca scientifica (30).

19. — *Le forme intuibili (intuizioni empiriche o metempiriche).*

In corrispondenza degli sviluppi analitici del discorso logico, in particolare di quello fisico, la logica esige l'esistenza di forme intuibili logicamente.

Di queste forme fanno parte le forme intuibili empiricamente o sensibilmente e le forme mentali. Queste forme non cessano di essere logiche per il fatto che sono anche sensibili o mentali.

L'intuizione sensibile è intuizione logica, ma non viceversa.

È di speciale interesse per l'interpretazione logica del calcolo delle dimensioni ponderare alcuni esempj.

20. — *Primo esempio d'interpretazione logica del calcolo delle dimensioni. Rapporto costante* v *tra i due sistemi elettrostatico ed elettromagnetico.*

È noto che se consideriamo una medesima grandezza fisica nel sistema elettrostatico ed elettromagnetico il rapporto tra le due espressioni è una costante v.

---

(30) In vista di prossime ricerche sulla interpretazione logica del calcolo dei sistemi di misura sarà utile fin d'ora premettere che i tre enti STM componenti il sistema fisico primitivo *non* sono grandezze ma concetti, qualità.

Ad abbondanza avvertiamo che la misura d'una grandezza è arbitraria, perchè dipende dalla unità di misura scelta: del pari la scelta dell'unità di misura è arbitraria. Ma la scelta delle unità di misura di un sistema di misure *non* è arbitraria. L'arbitrio consiste nel fissare la grandezza come numero che si assume come uno. L'espressione analitica di una unità derivata qualsiasi non ha senso matematico in quanto fissa un rapporto tra gli enti del sistema C. G. S. indipendente da qualsiasi unità di misura e descrive la forma cioè l'intuizione logica del rapporto cioè l'U. Queste ricerche mentre mostrano l'introduzione del principio relativistico del potenziamento nella costruzione del sistema primitivo, dimostrano il valore logico dell'intuizione della forma.

A questo riguardo anche il sistema Giorgi, l'innovazione italiana che va acquistando giustamente sempre maggior credito perchè porta una grande semplificazione nella scienza e nei calcoli tecnici, offre un esempio del processo logico sopra descritto. Alle tre unità meccaniche C. G. S., alle quali corrisponde una forma intuibile sensibilmente (meccanica), si aggiunge una unità elettrica come quarta fondamentale. Così il nuovo sistema (ottenuto col passaggio da n a $n+1$) implica una forma a quattro dimensioni alla quale non corrisponde più un'intuizione sensibile, ma che costituisce una forma logicamente intuibile (un nuovo U).

Se le due grandezze sono espresse per mezzo delle dimensioni STM il rapporto v acquista le dimensioni di una velocità. Qualunque sia il significato reale di v esso è rappresentabile con una velocità.

Questa rappresentazione è una conseguenza del sistema fondamentale STM, e cioè una forma aderente a questo sistema. Ma in generale ciò che interessa dal punto di vista logico è che all'espressione analitica del rapporto tra le due espressioni nei due sistemi corrisponda una forma necessariamente intuibile, qual'è il rapporto v.

Il rapporto costante v riceve dunque una interpretazione logica perfetta per D e per U, e in pari tempo ci fornisce un evidente esempio dell'intervento fondamentale del calcolo delle dimensioni e della sua funzione logica.

21. — *Secondo esempio. Interpretazione logica del rapporto costante* h *nella formula di Planck-Einstein.*

Un altro esempio ci è fornito dalla formula di Planck-Einstein.

Questa formula afferma che il rapporto tra l'energia W e la frequenza ν è una costante.

Se noi passiamo dalle intuizioni speciali di W e di ν al rapporto analitico $\frac{W}{\nu}$ vediamo che a questo (cioè alla costante h) non corrisponde alcuna rappresentazione intuibile in funzione delle rappresentazioni di W e di ν perchè queste come intuizioni sono sensibilmente irriducibili.

Ma se sostituiamo a W e a ν le dimensioni fisiche LMT cioè se sostituiamo alle due forme sensibili la forma omogenea STM d'intuizione logica comune, allora il loro rapporto ha in questa stessa forma una rappresentazione possibile e così attraverso alla intuizione logica del rapporto perveniamo alla intuizione sensibile.

Assodato questo punto si ricava una conseguenza inaspettata. Invero, se conformemente al processo logico indicato, alle due intuizioni sensibili dell'energia W e della frequenza ν che sono eterogenee e irriducibile sostituiamo l'intuizione comune costituita dalle loro dimensioni STM, in tal modo il rapporto $\frac{W}{\nu}$ che non aveva alcun senso intuibile ne acquista uno nella intuizione STM. Da questa intuizione logica del rapporto passiamo automaticamente all'intuizione sensibile corrispondente che è irriducibile a quelle di W e di ν (31).

---

(31) A maggior prova dell'esistenza dell'intuizione logica citiamo le grandezze fisiche che in un determinato sistema di unità derivate diventano numeri senza dimensioni. Dette grandezze hanno un significato fisico e quindi sono in qualche sistema rappresentabili per mezzo di appropriate dimensioni. Ma non sono riducibili alla intuizione scelta come comune tra le intuizioni sensibili.

22. — *Il metodo sperimentale. Analisi logica dei quattro momenti.*

L'importanza dello stesso principio si raddoppia perchè getta anche una nuova luce sul senso logico del metodo sperimentale nell'unità tipica dei quattro momenti: l'osservazione, l'ipotesi, la deduzione, la verificazione.

In ultima analisi vediamo che questo metodo consiste nel sostituire alle rappresentazioni sensibili degli enti (1° momento) un'intuizione logica comune (2° momento) che permetta di applicare il calcolo (3° momento) e di verificarlo (4° momento).

Il punto dell'invenzione è nello stabilire che due enti non in relazione sono in relazione, cioè nel ridurre due enti rappresentati in modo irriducibile ad una rappresentazione comune. Questa funzione logica eminentemente sintetica, e quindi d'ordine U, si compie nel secondo momento che implica la costruzione del modello.

Il passaggio dall'intuizione empirica (1° momento) all'intuizione logica (2° momento) è assicurato dalle vicende analitiche dei due ultimi momenti per cui, in virtù dell'ipotesi ideata nel secondo sulla base del primo, si provoca la riproduzione del fatto artificiale nel 3° momento (che permette l'eliminazione delle variabili indipendenti e la determinazione deduttiva delle viariabili dipendenti), d'ordine D, quindi nel 4° che è la verifica della legge causale.

23. — *Le leggi di causalità e di probabilità. Controversia derivante dal malinteso principio d'indeterminazione di Heinsenberg. Soluzione dedotta dalla distinzione dei problemi di classe e di individuo. L'invarianza logica del rapporto statistico-causale.*

Estendiamo ora i principj logici addotti all'interpretazione delle leggi di causalità e di probabilità intorno a cui ferve sì drammatica controversia.

Questi due tipi di leggi sono in un certo senso irriducibili. Bisogna sottoporli ad una critica per precisarne il senso e misurarne la portata restrittiva.

La controversia comunemente si prospetta in questo modo.

Da una parte si afferma che per il principio di causalità (ch'è sempre stato interpretato come principio di determinazione implicante l'uniformità e quindi l'identità delle condizioni) ai fini della scienza si richiede che le stesse circostanze antecedenti siano invariabilmente seguite dalle stesse conseguenze.

Senz'altro si capisce che la forma logica di questo rapporto delle due intuizioni sensibili di energia e di frequenza è il loro *quale* cioè il quale del quanto. Dunque alla teoria dei *quanta* dev'essere attribuito necessariamente anche un carattere qualitativo.

Dall'altra, per il principio di indeterminazione di Heisenberg, si nega che la scienza possa mai accertare tale identità, perchè nella fisica quantica ogni osservazione, per effetto dello stesso soggetto osservatore, è sempre accompagnata da una perturbazione finita che in una certa misura è sempre indeterminata e incontrollabile, e quindi non si conservano le circostanze.

Abbiamo già altrove dimostrato che allo stato attuale dell'interpretazione fisica caratterizzato dall'opposizione del calcolo statistico al calcolo causale il problema della preferenza esclusiva di uno dei due calcoli a infirmazione dell'altro corrisponde a una questione mal posta. La ragione è chiara. I due calcoli della causalità e della probabilità non sono complanari (32). Storicamente però conveniamo che il calcolo statistico è un superamento del calcolo causale e lo comprende, non lo nega.

La nostra conclusione è che i due calcoli corrispondono alle due esigenze logiche fondamentali del pensare: lo statistico all'esigenza analitica, il causale all'esigenza sintetica.

E, poichè il D. U è la corrispondenza tra l'espressione analitica e la sintetica, cioè il rapporto che rimane nel trapasso dalle forme più elementari ed evidenti alle costruzioni più complesse, un problema superiore insorge e si impone: la determinazione dell'invarianza logica del rapporto statistico-causale.

24. — *Le equazioni logiche*

Così, superata la contesa dei due calcoli, la logica della ricerca fisica lungi dall'essere una contemplazione passiva del processo scientifico non solo la rende possibile, ma l'organizza e la feconda.

Risulta da precedenti ricerche che è possibile determinare l'invarianza logica che esprime il fondo unitario tecnico e operatorio per la

---

(32) Citiamo a mò d'esempio un passo significativo d'una ricerca precedente. « ...il principio di Heisenberg, secondo cui le due idee correlative di ente e relazione sono in rapporto inverso, ovviamente colla sua relazione di incertezza riguardo alla posizione d'un corpuscolo e il suo stato di movimento non fa che esprimere la condizione logica per cui, se si aumenta la determinazione dell'ente, si diminuisce l'estensione della classe e viceversa, senza pregiudizio della critica del determinismo. (Cfr. *LdP nelle sue relazioni colla scienza e la filosofia,* VIII Congresso di Filos. Roma, 1933).

« Questo... risultato evidentemente ci porta a comprendere che il valore logico dei metodi statistici, elaborati con tanta genialità da Fermi e altri fisici eminenti, è fondato da una parte sulla necessità logica della indeterminazione individuale (puntuale) e quindi sulla possibilità di ottenere la determinazione dell'individuo nella sua classe come probabilità, col calcolo statistico; dall'altra sulla necessità logica della deteriminazione della classe, col calcolo causale, espressa dalla legalità delle leggi » (*ibid.*). Per una trattazione esauriente si veda la Memoria: *Indrod. alla teoria delle equazioni logiche.*

formazione e trasformazione dei sistemi scientifici (33). Questo risultato, fissando la condizione fondamentale dell'indagine scientifica, ha permesso di stabilire l'equazione logica fondamentale delle equazioni fisico-matematiche. Abbiamo altrove riferite numerose applicazioni concernenti i problemi della Fisica teorica contemporanea che sono in grado di verificare esattamente la teoria (34).

25. — *Passaggio logico dalla relatività ristretta alla relatività generale come processo di potenziamento*

L'epistemologia si avanzerà di un altro passo se potrà provare che il processo storico della Fisica si ripete nel processo di ogni singola teoria. È appunto la teoria della relatività che ci offre un esempio calzante.

Considerando il passaggio di questa teoria dalla fase ristretta alla generale in cui è facile notare che il passaggio è processo di potenziamento da n a $n+1$ enti nel senso dianzi indicato (§ 6), la logicità di tutta la ricerca fisica si fa palese. Partendo dalla distinzione più visibile tra il discorso e l'universo come appare nella Fisica classica e nella relatività ristretta dove ai continui STM si aggiunge una forma sintetica (qualunque sia) si arriva nella relatività generale a tale coincidenza tra D e U rispetto a STM che U sparisce come nozione distinta e perciò sembra inesistente.

In realtà lo stesso Einstein riconosce che l'etere sparisce in quanto vengono attribuite al continuo gravitazionale le stesse proprietà dell'etere (35).

26. — *La quarta intuizione del rapporto STM. Il mondo di Mosso.*

Ma qual'è il senso logico di questa scomparsa? È la promozione d'una quarta intuizione del rapporto spazio-tempo-massa.

La prima intuizione storica, cioè quella della relatività classica, ha tre enti spazio tempo e massa come D, e l'etere come U.

La seconda, cioè quella della relatività ristretta, ha due enti spazio-tempo e massa come D e l'etere come U.

La terza, cioè quella della relatività generale, ha l'unità spazio-tempo massa come D, e nessun ente estrinseco come U, perchè il D coincide coll'U, cioè il discorso ha la forma del suo universo che è il caso definito da

---

(33) Nella tesi logica di *Introd.* si dimostra che le equazioni fisico-matematiche di trasformazione sono casi particolari di *equazioni logiche* che esprimono relazioni di invarianza tra le forme fondamentali del pensiero, secondo la LdP.

(34) *Introd.*, §§ 11-18.

(35) Cfr. § 6; e per maggiori schiarimenti *Sul D. U.*, § 10 e segnatamente §§ 16 e 17.

noi come potenziamento completo. (Processo di geometrizzazione della massa e del tempo) (36).

La quarta intuizione del rapporto STM consiste nell'avere logicamente distinto le due nozioni di STM come D e di STM come U, coincidenti nella teoria della relatività generale e perciò comunemente non avvertite, anzi confuse. A questo titolo si può dire che l'intuizione generale di Einstein non solo può essere ma è già di fatto superata dalla intuizione più generale di Mosso che riconosce e attua tale distinzione, che essendo intuizione logica è propriamente universale. Il mondo di Mosso è il mondo del potenziamento logico (37).

Riconosciamo la necessità logica della forma. L'U c'è sempre per una esigenza del pensiero.

27. — *Conclusione.*

Emerge dalla critica precedente che, prescindendo dalla natura particolare della costante sistematica della Fisica, quindi degli enti e delle conseguenze tecniche derivanti, vi è sempre luogo a riconoscere l'impiego costante dell'esigenze logiche fondamentali chiarite dalla L d P, tutto dove si estendono e si approfondiscono le forme e le risorse della scienza fisica.

È a nostro avviso interessante riconoscere il solidale impiego dell'analisi e della sintesi, nel doppio scopo probativo ed euristico della ricerca fisica, e secondo il principio relativistico del potenziamento col processo da n a $n+1$, in armonia con quanto si è potuto stabilire per la ricerca matematica.

Parte IV

CENNO DI LOGICA SPERIMENTALE

28. — *Tesi fondamentale. Richiamo alla teoria di Antonio Garbasso.*

Ed eccoci infine al promesso breve cenno di Logica sperimentale, che dedichiamo alla memoria di Antonio Garbasso.

Noi penetriamo qui nel dominio del non immediatamente logico, cioè di quello che fu sempre riservato all'invenzione tecnica. E anche qui, se vogliamo intravedere logicamete qualcosa, dobbiamo rinunciare ad ogni ispirazione proveniente dalla logica classica: aristotelica, scolastica, kan-

(36) La geometrizzazione di Einstein consiste nell'attribuzione allo spazio delle proprietà del tempo e della massa.

(37) Cfr. *Introd. a. teoria equaz. logiche*, § 18. Sviluppo della teoria della relatività logica. Il mondo del potenziamento logico cioè il mondo di Mosso; e *Sul D. U.*, § 10. Il mondo di Mosso è il mondo del potenziamento logico fondato sul principio della variazione relativa degli enti che, secondo noi, è il principio generale direttivo di ogni forma del pensare. Cfr. *Introd.*, § 19.

tiana, hegeliana, milliana e simili, a tutti i processi tradizionali che, soli fin qui parevano atti a dare un'apertura di verità alla ricerca.

È possibile esigere un sacrificio anche maggiore. Bisognerà concedere che la logica può farsi sperimentalmente, cioè assumendo la tecnica della scienza fisica, anche per volgersi direttamente alla costruzione di macchine a qualsiasi scopo.

Fu già detto con geniale acutezza da Antonio Garbasso che le equazioni matematiche sono macchine complesse, apparecchi, congegni, sistemi di organi che si possono far funzionare cioè trasformare, come un apparecchio meccanico in guisa da ottenere nuove leggi e nuovi fatti. Modelli algebrici di modelli meccanici o viceversa. « Logicamente, egli ha avvertito, ogni cosa è comune fra il modello algebrico e il modello meccanico; ma tanto l'uno che l'altro hanno con il fenomeno (di cui il modello costituisce una teoria) un semplice rapporto di corrispondenza » (38).

Il detto è felice, ma la sua portata di verità resta implicita se non si soggiunge che logicamente ogni cosa è comune fra il modello algebrico, il modello meccanico e il modello logico.

Resta a decidere se più convenga dire che si lavora logicamente quando si lavora sperimentalmente o viceversa; prescindendo, si capisce, dalla differenza degli enti.

29. — *La logica applicata alla costruzione di modelli fisici*

Noi preferiamo dire che si lavora logicamente anche quando si lavora sperimentalmente, facendo in più emergere la possibilità che certi modelli meccanici si possano costruire logicamente.

Un problema logico si risolve con enti, relazioni e segni ideografici astrattissimi, più astratti ancora dei segni algebrici. Tali costruzioni poi si possono tradurre da campo a campo, mercè la suddetta corrispondenza. Problemi fisici possono così venire non solo ideati, ma compiutamente risolti in sede logica, ammettendo che ciò che sopratutto importa stabilire è l'equazione logica o il sistema di equazioni logiche di cui le equazoni fisco-matematiche sono casi particolari e a cui tutti gli infiniti modelli possibili anche di campi nettamente distinti devono rigorosamente soddisfare. Si può fare l'impianto logico d'una ricerca fisica; si possono porre in luogo degli enti fisici con eguale diritto con altrettanto rigore e talora con non minore utilità enti mentali e comporli opportunamente; si può indagare a quali condizioni debba modificarsi un sistema fisico qualunque, per esempio un trasformatore, un accumulatore, un ventilatore; come si possa aumentare il rendimento d'una macchina, e via dicendo.

La logica può in molti casi rendere conto di molto, se non di tutto.

(38 GARBASSO, *15 Lezioni sperimentali su la luce*, Milano, Ed. L'Elettricità, 1897.

La costruzione diretta di macchine per via logica o per meglio dire la costruzione di modelli meccanici di modelli logici: ecco il principio e lo scopo della logica sperimentale, propriamente intendendo con questa denominazione la logica applicata alla costruzione di modelli fisici.

Questa deduzione è ben più intima e importante che non possa parere a prima vista. Per amore di chiarezza vogliamo illustrare un po' più da vicino questo cenno introduttivo.

30. — *Passaggio dalla logica alla tecnica nei gruppi d'analogia perfetta*

Abbiamo qui un fatto semplicissimo, ma che forse non si è verificato mai prima d'ora nella storia della scienza, pur avendo nella teoria non meno che nella pratica un'importanza e un significato logico di prim'ordine. La logica che prima era, fra l'altro, teoria dell'esperimento si va in certi casi convertendo essa medesima in ricerca sperimentale. Passo passo si viene a comprendere che l'ufficio d'una logica atta a valersi di tutte le risorse suggerite dall'esperienza non è soltanto quello di illuminare la teoria colla pratica, ma anche quello di dimostrare la possibilità che in certi casi la pratica stessa venga risolta colla teoria.

Dalla logica pura si progredisce alla logica applicata alla fisica e anche all'industria.

La ragione per cui si raggiunge quest'ultimo risultato di gran lunga il più notevole, non già per i vantaggi d'utilità che per grandi che siano sono trascurabili rispetto al pensiero puro, ma pel valore esclusivamente logico della verità, è la seguente.

Da sistemi ipotetico-deduttivi astratti o concreti che siano, cioè equazioni o macchine, è talora possibile dedurre logicamente applicazioni pratiche non ancora risolte nel campo tecnico. Ce ne potremo a suo tempo persuadere senza la minima difficoltà.

Ma a rendere agevole questo intento giova rafforzare le basi della teoria. Ogni equazione, come sistema analitico di termini in equilibrio, è una macchina astratta. Ogni macchina è un sistema logico, qualunque sia la natura degli enti che la compongono (39). Queste considerazioni che sotto altra forma ribadiscono il pensiero dianzi espresso di Garbasso, in altro campo, bastano già per provare che tutto un nuovo gruppo di ricerche scientifiche si apre davanti a noi, perchè data l'indifferenza della verità logica al contenuto particolare degli enti dei sistemi logicamente equivalenti (40) si può presumere che alla soluzione logica di un problema fisico qualunque corrisponda in teoria una soluzione meccanica adeguata.

Naturalmente la corrispondenza della pratica alla teoria, anzi il passaggio dalla logica alla tecnica, come è già stato premesso in generale nel

---

(39) Pastore, *La crisi della logica*, Parte I, §§ 2-8

(40) Id., *Ib.*, § 5.

paragrafo precedente non è possibile se non nei casi in cui sia possibile stabilire un gruppo d'analogia perfetta per l'individuazione degli enti e del loro sviluppo (41). Ma poichè questi casi sono assai più numerosi di quanto non si creda e frattanto il sussidio della logica per la risoluzione dei problemi tecnici è senza dubbio l'ultima cosa a cui uno scienziato o un ingegnere all'atto pratico pensi di ricorrere, ci siamo proposti di giustificare direttamente anzi paticamente la teoria della Logica sperimentale iniziando una serie di applicazioni tecniche che a suo tempo si esporrà.

31. — *Logicità della costruzione d'un modello qualunque rispondente alle esigenze d'un'equazione.*

Altri rilievi teorici di fondamentale importanza ancora si richiedono.

Proclamando il principio della logica sperimentale ad uno spirito avido di generalizzazione potrà parere che si tratti di una interpretazione fisica della logica. Io stesso ho dovuto soccombere in un primo tempo a questa ipotesi. Chi abbia seguìto attentamente le considerazioni svolte finora per contro si rifiuterà di spingersi a questa erronea conclusione, giacchè anche nella costruzione logica di sistemi fisici sempre intendiamo mirare ad una interpretazione logica della fisica, non viceversa.

C'è forse un solo modo di trattare l'analisi logica? Quel metodo di cui secondo l'opinione comune Aristotile si valse per indagare e determinare le categorie scomponendo il discorso umano e fissando la corrispondenza colle parti grammaticali del discorso ha forse il diritto di legare la logica tutta alle fonti della rettorica della filologia e della dialettica? Tutta l'indagine precedente non ci ha già provato a chiare note il vastissimo impiego della logica sotto le varie specie della matematica e della fisica? Non siamo giunti a comprendere che il senso logico delle cose si deve ricercare pure nei processi medesimi della realtà sia naturale sia artificiale? E non abbiamo imparato a prescindere dalla natura specifica degli enti?

Sicchè possiamo con tutta tranquillità stabilire che è sempre un'operazione logica la costruzione di un modello qualunque capace di rispondere rigorosamente alle esigenze di una equazione la quale è già essa stessa una macchina analitica in perfetta corrispondenza logica con ogni altro modello possibile, qualunque sia la natura dei suoi enti. Da questo importante principio che fu da Garbasso nettamente riconosciuto agli scopi della fisica, noi deduciamo il principio della Logica sperimentale in tutto congruente allo spirito progressivo del secolo delle macchine.

---

(41) Id., *Ib.*, §§ 3-4.

Attenendoci strettamente al principio dei gruppi di analogia perfetta si intuisce la possibilità d'una « logica dell'analogia » come promozione della teoria dei modelli e della Logica sperimentale. (Principio di dualità).

32. — *Scopo teoretico puro della Logica applicata. Programma di lavoro.*

Queste considerazioni generali e speciali esprimono certo una profonda verità la quale non dovrebbe essere compromessa neanche dal risultato eventualmente fallito d'una ricerca particolare che cercasse di fornircene una prova di fatto. Ma che anzi? Neanche dall'eventuale successo; perchè sarà sempre penoso attendere che le verità pure siano giustificate dal successo esterno, come se la loro conoscenza dovesse dipendere dai servigj materiali che esse sono in grado di render agli uomini. Tuttavia, siccome si suol dire che la teoria senza la pratica è impotente, non ci arrestammo davanti all'esigenza tecnica convinti come siamo che la verità non si fortifica se non quando passando dalla logica pura alla logica applicata, cioè affrontando tecnicamente la pratica, fa valere i suoi diritti.

Descriveremo dunque, ma non qui, alcuni modesti apparecchi costruiti secondo i principj dianzi esposti e li presenteremo come primo saggio di Logica sperimentale; non qui, perchè andare oltre in questo ordine di idee proponendo modelli logici di applicazione pratica sarebbe uscire dal quadro teoretico di questa Relazione.

33. — *Spiritualità della tecnica. Alto senso di verità della Logica sperimentale. Fondazione di un Laboratorio di Logica sperimentale. Necessità di ajuto.*

A complemento di questo cenno volgiamoci un istante al problema della spiritualità della tecnica, con inattesa violenza aperto dalla tesi della Logica sperimentale. Com'è evidente, questa nasce dalla teoria dei modelli cioè dal principio di indipendenza delle equazioni dalla natura particolare degli enti e quindi dal corollario della sostituibilità degli enti concreti agli enti astratti. Se ogni macchina è un sistema logico e noi ne abbiamo sicura consapevolezza, perchè mai dovremmo uscir fuori dalla logica applicandoci alla costruzione di modelli? La spiritualità della tecnica promana dal fatto che la tecnica non è che l'incarnazione della logica, dato che nella macchina fa corpo con questa; se forse non sarà più giusto proclamare che la macchina è spirito, non solo incarnazione dello spirito. Riconosciamo dunque l'alto senso di verità che comporta anche solo l'idea di un *Laboratorio di Logica sperimentale*, alla cui fondazione definitiva però occorrono mezzi materiali che ora, purtroppo, invano si desiderano.

Ma non prendiamo equivoco sulla portata.

Non si tratta di ricorrere alla *logica utens* per dare aiuto al matematico nel suo calcolo o al fisico nei suoi esperimenti. La funzione della Logica sperimentale non è ausiliare nè della matematica nè della fisica. Rudemente aggiungiamo che se ajuta, ciò non ha importanza.

La sua funzione va considerata dal puro lato della teoria della conoscenza come un avanzamento della logica in una direzione esclusivamente sua, in cui non ha bisogno, nè di dare, nè di ricevere, nè di richiedere ajuti dottrinali, perchè essa vuole scrupolosamente rispettare i dominj altrui, rimanendo nel proprio.

CONCLUSIONE

34. — *Riassunto delle quattro parti.*

Per concludere gettiamo un rapido colpo d'occhio sulla via percorsa.

In generale abbiamo tentato di afferrare quel filo di fuoco logico che persiste traverso tutte le forme della ricerca scientifica, ne illumina l'intima costituzione e il fecondo sviluppo, senza perderci in minuzie, chè sarebbe stato spreco inutile di tempo.

Sono le grandi linee della logica della ricerca scientifica che noi abbiamo voluto descrivere ed esplicare, mettendo in prospettiva la natura, le speranze e i limiti del nuovo metodo del potenziamento, coll'avvertenza che il progresso scientifico apparendo *approssimazione* successiva a grado di sempre più vasta ed alta verità, è sperabile che questa teoria non farà che aprire la via all'intuizione di una teoria superiore.

Molte sorprese frattanto ci hanno colpito, anche solo restando nella piccolissima misura delle nostre forze. Su certi punti siamo giunti a considerazioni che sembrano decisive, e che vogliamo sommariamente riassumere.

Così in logica pura (*Parte prima*) dove s'impone la necessità di abbandonare la teoria tradizionale fissa ai vecchi pregiudizj della permanenza degli enti, della proprietà tautologica, dell'impiego esclusivo dell'analisi, vediamo che i principj di LdP aiutano a spostare il centro di gravità della teoria logica. Invero per essi restituiamo alla logica la sua intrinseca relatività rispetto agli enti, data la coincidenza della continuità logica in generale colla numerabilità logica, quindi entriamo in possesso di una tecnica operatoria che permette di risolvere i problemi nuovi della variazione relativa degli enti e del loro potenziamento e perveniamo alla teoria delle equazioni logiche. Finalmente, presa chiara coscienza dell'intuizione logica appuriamo la virtù produttiva e deduttiva e interattiva delle operazioni tipiche di analisi (discorso) e di sintesi (universo o forma) che costituiscono il fondamento logico della ricerca scientifica tutta quanta, dal processo di formazione dei sistemi primitivi fino ai processi di trasformazione (cioè alla derivazione della verità delle conoscenze dalla verità di altre conoscenze) in ordine così alla prova come alla scoperta.

Rispetto alla ricerca matematica (*Parte seconda*) la LdP dimostra che la matematica è lo sviluppo del discorso di uno spazio in una forma di tempo. Ciò è realizzato dall'idea del continuo matematico (caso particolare del continuo logico) che si riduce in generale ad un rapporto inscindibile tra il continuo spaziale e il continuo temporale. Questo risultato che si presenta per la prima volta nella critica delle scienze matematiche è molto interessante. Esso significa che non si descrive un continuo logico geometrico senza far ricorso ad un continuo logico aritmetico e viceversa, essendo i due sviluppi per necessità logica solidali cioè interdipendenti. Come la Geometria proiettiva in rapporto alla metrica confermi questa tesi e dia una risposta anticipata ad una possibile objezione contro l'unità Geometria-Aritmetica abbiamo dimostrato e come l'insorgenza del concetto di proiettività sia una nuova prova del processo relativistico di potenziamento da n a $n + 1$.

A questa distinzione fondamentale corrispondono tutti i sistemi matematici che si riducono alla coppia Geometria-Aritmetica, dall'Algebra alla Geometria analitica, alla Geometria proiettiva, alle Geometrie non-euclidee, al Calcolo infinitesimale, in cui sempre per necessità logica si attuano i due sviluppi interdipendenti.

Rispetto alla ricerca fisica (*Parte terza*) la LdP dimostra che la Fisica rivela la sua essenziale logicità nel solidale impiego delle condizioni analitiche e sintetiche, in quanto propriamente è il discorso analitico, di spazio-tempo-massa in una forma sintetica di interpretazioni varie. Tutto il successivo processo di formazione e trasformazione dei sistemi fisici seguìta a rispondere a queste fondamentali esigenze e cioè al principio relativistico del potenziamento da n a $n + 1$. Comincia a fornircene una lampante prova il calcolo delle dimensioni cioè del sistema delle unità di misura derivate che è già l'anima del metodo sperimentale nel senso che riduce ad una intuizione logica comune le intuizioni sensibilmente irreducibili, trasformando le operazioni analitiche D in operazioni sintetiche U. Di questa natura logica del calcolo delle dimensioni offrono due esempj convincenti: 1° il rapporto costante v tra i due sistemi elettrostatico ed elettromagnetico; 2° il rapporto costante h tra l'energia e la frequenza nella formula di Planck-Einstein. Quindi l'analisi logica del metodo sperimentale, oramai chiaramente risolto nella teoria dei modelli, ne ripresenta un'altra cardinale conferma. In seguito estendendo gli stessi principj logici all'interpretazione delle leggi di probabilità e di causalità, si viene in primo luogo a superare la controversia derivante da una questione malposta circa il principio di indeterminazione di Heisenberg, giacchè facilmente si vede che i due calcoli corrispondono alle due esigenze logiche del pensare: lo statistico all'analitica, il causale alla sintetica. In secondo luogo si viene a scoprire il nuovo urgente problema della determinazione dell'invarianza

logica del rapporto statistico-causale. Questo risultato, connesso a precedenti ricerche sulla teoria delle equazioni logiche, ci ha permesso di fissare la condizione logica fondamentale dell'indagine fisica. Finalmente, dopo di aver dimostrato il passaggio logico dalla relatività ristretta alla relatività generale come processo di potenziamento da n a $n+1$, il massimo sforzo della presente ricerca fu appuntato nella quarta intuizione del continuo spazio-tempo-massa. Questa quarta intuizione costituisce il mondo di Mosso, logicamente più vasto del mondo della relatività generale di Einstein.

Rispetto al cenno di Logica sperimentale (*Parte quarta*), il programma tracciato, aprendo nuovi campi di vedute e di ricerche, viene a mettere fuori di dubbio la verità d'un grande principio non ancora abbastanza riconosciuto che la praticità della teoria può in alcuni casi venir provata in modo esatto dalla teoreticità della pratica. La qual cosa è precisamente l'analogo della costruttibilità logica di modelli meccanici, cioè della spiritualità della tecnica consistente appunto nel cogliere il comune logico dei sistemi varj, a prescindere dal contenuto specifico degli enti, e nel tradurlo tecnicamente in un gruppo di trasformazioni fisiche equivalente, grazie al meraviglioso principio della corrispondenza nei gruppi di analogia perfetta. Questo principio in altri termini viene utilizzato dalla funzione organizzante che è poi niente altro che la forma attiva euristica della funzione U. Rilevata la logicità della costruzione d'un modello qualunque rispondente alle esigenze d'un'equazione, emerge lo scopo teoretico puro di una logica applicata alla costruzione di modelli fisici. Quindi riesce agevole comprendere il programma di lavoro tutto inteso alla spiritualità della tecnica e all'alto senso di verità della Logica sperimentale. Ma alla realizzazione pratica dell'alta idea, occorrono congrui aiuti. Noi viviamo nella speranza che la sorte voglia serbare all'illuminato Governo fascista che ci dirige la fondazione del primo laboratorio di Logica sperimentale, promuovendo il rinnovamento degli studj logici in Italia per quella via pronta e sicura a cui l'interesse della Patria insieme e della Scienza chiama e invita tutti gli operai del pensiero.

35. — *Difficoltà, lacune, imperfezioni della presente ricerca. Senso e limiti circa le prove.*

Certo rimane intatto un gran numero di questioni che un'epistemologia completa dovrà trattare (42). Di fronte al meritato rimprovero d'aver

(42) L'applicazione della LdP alle altre scienze sarà oggetto di nostre prossime ricerche. Lo studio fu già iniziato, attaccando alcune questioni fondamentali di Biologia e Psicologia sperimentale. Cfr. *La logica delle leggi di ereditarietà e dei gruppi sanguigni* e *Tropismi e psichismi* (in corso di stampa). Quivi pure, analizzando il fenomeno della vita nelle sue tipiche manifestazioni più che mai sarà dato di apprezzare quale profondo rivolgimento vada operando l'impensata comparsa del fattore logico nei

lasciate tante lacune vogliamo però essere i primi a rimpiangere di non aver saputo far meglio. Parimenti crediamo giusto snudare il motivo di altre manchevolezze.

Data la forma sommaria e scheletrica della presente Relazione, parecchi tratti appariranno oscuri e questionabili. Parecchie esitazioni saranno anche provocate da qualche novità un po' ostica di nomenclatura. Però possiamo assicurare che i pochi termini insueti non furono tanto dettati dalla difficoltà della materia e quindi dalla necessità, quanto dalla presente incapacità nostra di trovare uno stile più limpido e vivo e di più agevole comprensione, ad onta del nostro fermo proposito; giacchè non abbiamo affatto desiderio di essere oscuri come coloro che appendono un cocodrillo impagliato all'entrata del loro studio per dar tono al luogo.

Riconosciamo d'aver lasciato molti quesiti allo stato di traccia sui quali, tenendo conto degli eventuali rilievi, ci impegniamo di recare ulteriormente il massimo possibile di determinazione.

Ma a chi domanderà maggiori prove d'ordine analitico non potremo dare che questa risposta. Qui, versando in campo puramente filosofico e occorrendo una certa maturità scientifica per afferrare la segreta curva sintetica della teoria non facciamo professione di prove analitiche. Un raggio di sole che entri in una camera è tanto più visibile quanto più è popolato di grani di polvere. Per contro se il raggio è puro resta meno apparente. Così avviene per la luce della intuizione logica che è sintesi pura e non si apprende con la vista empirica e neanche con quelle che Kant chiamava le forme pure dell'intuizione sensibile.

36. — *Indicazioni e direttive.*

Nondimeno quel che abbiamo fatto finora in tema di LdP è poca cosa. Alcuni colpi di sonda fortunati, facilmente fortunati data la ricchezza del sottosuolo. È però qui dove si capisce che i ricercatori possono utilmente dirigersi e orientarsi in nuove ricerche, con la sicurezza di andare avanti per conto proprio e di accumulare un materiale prezioso. Noi daremo sempre e prontamente tutti i consigli e gli ajuti occorrenti ai volenterosi; dico noi, ma voglio alludere sopratutto al mio valente ex-discepolo e collaboratore Pietro Mosso a cui il prestigio dell'età, le inesauribili doti di mente e di cuore, la rarissima congiunta potenza dell'intuire e del dedurre che già sono venute a infondere nuova vita al vecchio maestro serberanno la nobile gioia di potersi dedicare alla fortuna dell'idea pura per lunghi anni nell'avvenire.

---

metodi di ricerca e di prova. Ma il più importante sarà ancora questo, non tanto che la logica riesca a dare spiegazione di tanti fenomeni vitali oscuri, quanto che il loro comportamento possa spiegarsi secondo le forme fondamentali della LdP.

37. — *La nuova immagine dell'uomo logico. Collaborazione della scuola italiana al movimento internazionale degli studi logici.*

Qui il nostro compito finisce. Coloro che hanno avuto la costanza di accompagnarci nell'aspra fatica sono in grado oramai di portare equo giudizio almeno sull'opportunità che gli studj logici, i quali ora in Italia giacciono nella più desolante solitudine, siano presi in seria considerazione e ajutati nel loro sforzo di rinnovamento.

L'ufficio preciso era il seguente: illustrare la logica della ricerca scientifica nelle scienze esatte. E noi ci siamo studiati di assolverlo mettendo in luce tutto un nuovo ordine di idee, la cui importanza riteniamo fondamentale per la logica nuova e per l'organamento logico della scienza.

Donde una nuova immagine dell'uomo logico. Non più l'uomo sillogistico di Aristotele, non più l'uomo *a priori* di Kant, non più l'uomo dialettico di Hegel, ma l'uomo in crescente sviluppo di potenziamento.

Se avessimo avuto modo di tratteggiare le condizioni dei varj e potenti indirizzi di logica rispetto alle scienze nell'ora presente, avremmo potuto facilmente provare che i principj nuovi, i metodi nuovi, i risultati sicuri brillantissimi dànno l'idea d'un gigantesco movimento internazionale a cui la nostra diletta Italia sente di portare la sua diretta opera di collaborazione che speriamo feconda.

56204

BIBLIOTECA DELLE FACOLTÀ DI LETTERE E FILOSOFIA TORINO